

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-6172

(43)公開日 平成5年(1993)1月14日

(51)Int.Cl.³

G 1 0 H 1/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

Z 7350-5H

C 7350-5H

審査請求 未請求 請求項の数10(全 16 頁)

(21)出願番号

特願平3-156790

(22)出願日

平成3年(1991)6月27日

(71)出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目6番1号

(72)発明者 三宅 敦

東京都西多摩郡羽村町栄町3丁目2番1号

カシオ計算機株式会社羽村技術センター
内

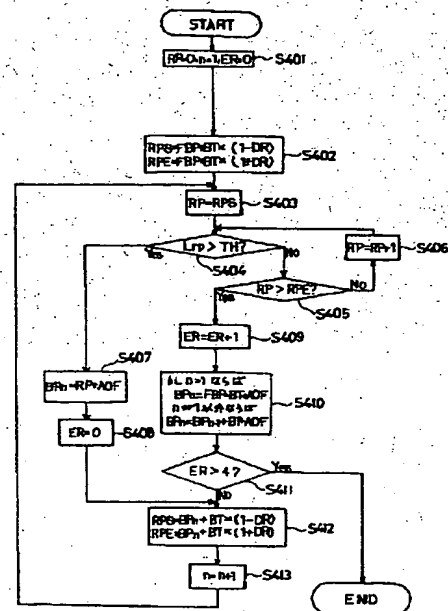
(74)代理人 弁理士 大宮 義之

(54)【発明の名称】 拍検出装置及びそれを用いた同期制御装置

(57)【要約】

【目的】 音声信号から拍位置を容易かつ正確に抽出し、その抽出された拍位置に基づくMIDIシーケンサなどの正確な同期制御の実現を目的とする。

【構成】 拍位置 $B P_n$ を検出するための参照開始ポイント $R P S$ と参照終了ポイント $R P E$ が、ユーザによる所定時間のガイド・タッピングにより求めたビート間隔 $B T$ と所定の偏差値 $D R$ および前回検出された拍位置 $B P_{n-1}$ に基づいて、 $B P_{n-1} + B T \pm D R$ として設定される (S402, S412)。このように限定された検索区間で閾値 $T H$ を超す音声信号の波高値 $L r p$ が求められ (S404 ~ S406)、その波高値が求めた時点の音声信号の参照ポイント $R S$ に基づいて各拍位置 $B P_n$ が求まる (S407)。DMTRによる音声信号の再生時には、上記拍位置からMIDIクロックが生成され、MIDIシーケンサ等に出力される。



自動拍検出処理(A.B.O.)の第1実施例の動作フローチャート

【特許請求の範囲】

【請求項1】 音声記録再生手段から各再生タイミングの再生位置情報とともに再生される音声信号の各拍位置を検出する拍検出装置において、ユーザに前記音声信号における先頭拍位置を指定させる先頭拍位置指定手段と、前記音声記録再生手段に前記音声信号の所定区間を再生させながら、ユーザに各拍タイミングを指定させる拍タイミング指定手段と、該各拍タイミングから1拍の基準拍間隔を演算する基準拍間隔演算手段と、前記音声記録手段に記録されている前記音声信号において、前記先頭拍位置を初期値として既に求まっている各拍位置から前記基準拍間隔だけ進んだ再生位置を中心とする所定範囲の検索区間で、前記音声信号の振幅に関係する値が所定の閾値を超す再生位置を検出し、該検出された再生位置に基づいて次の拍位置を順次検出する拍位置検出手段と、を有することを特徴とする拍検出装置。

【請求項2】 前記拍位置検出手段は、前記検索区間で前記音声信号の振幅に関係する値が前記所定の閾値を超す再生位置を検出できない場合、前記各拍位置から前記基準拍間隔だけ進んだ再生位置に基づき次の拍位置を検出する、ことを特徴とする請求項2に記載の拍検出装置。

【請求項3】 音声記録再生手段から各再生タイミングの再生位置情報とともに再生される音声信号の各拍位置を検出する拍検出装置において、ユーザに前記音声信号における先頭拍位置を指定させる先頭拍位置指定手段と、前記音声記録再生手段に前記音声信号の所定区間を再生させながら、ユーザに各拍タイミングを指定させる拍タイミング指定手段と、該各拍タイミングから1拍の基準拍間隔を演算する基準拍間隔演算手段と、前記音声記録手段に記録されている前記音声信号において、前記先頭拍位置を初期値として既に求まっている各拍位置からその拍位置の直前における前記基準拍間隔を初期値とする平均拍間隔だけ進んだ再生位置を中心とする所定範囲の検索区間で、前記音声信号の振幅に関係する値が所定の閾値を超す再生位置を検出し、該検出された再生位置に基づいて次の拍位置を順次検出する拍位置検出手段と、を有することを特徴とする拍検出装置。

【請求項4】 前記拍位置検出手段は、前記検索区間で前記音声信号の振幅に関係する値が前記所定の閾値を超す再生位置を検出できない場合、前記各拍位置からその拍位置の直前における前記基準拍間隔を初期値とする平均拍間隔だけ進んだ再生位置に基づき次の拍位置を検出する、ことを特徴とする請求項3に記載の拍検出装置。

【請求項5】 前記拍位置検出手段は、前記検索区間で検出された再生位置より所定のオフセット位置だけ手前の再生位置を次の拍位置として検出する、ことを特徴とする請求項1乃至4の何れか1項に記載の拍検出装置。

【請求項6】 前記拍検出装置により検出された前記各拍位置に基づいて、前記音声記録再生手段による前記音

声信号の再生動作に楽器制御装置を同期させる同期制御装置において、前記音声記録再生手段に前記音声信号を再生させながら、前記各拍位置から該各拍位置の次の拍位置までの各区間で、該各区間を所定等分した各タイミングに対応する各タイミング信号を生成するタイミング信号生成手段と、前記各タイミングごとにそれに対応する前記各タイミング信号を楽器制御装置に出力するタイミング信号出力手段と、を有することを特徴とする請求項1乃至5の何れか1項に記載の拍検出装置を用いた同期制御装置。

【請求項7】 前記タイミング信号生成手段は、前記各区間を前記所定等分した各タイミングに対応する各タイミング信号を、前記タイミング信号出力手段が前記各区間の1つ手前の区間に対応する各タイミング信号を出力している間に生成する、ことを特徴とする請求項6に記載の同期制御装置。

【請求項8】 前記タイミング信号出力手段は、前記各タイミング信号をMIDIクロックを表わすMIDIメッセージとして出力する、ことを特徴とする請求項6又は7の何れか1項に記載の同期制御装置。

【請求項9】 前記タイミング信号出力手段は、前記音声記録再生手段から再生される前記音声信号における先頭拍位置でMIDIメッセージとしてスタートメッセージを出力し、最終拍位置でMIDIメッセージとしてストップメッセージを出力する、ことを特徴とする請求項8に記載の同期制御装置。

【請求項10】 前記音声記録再生手段は、複数種類のデジタル音声信号を同時に記録又は再生することが可能な複数種類の記憶領域を有するディスク記憶手段と、該ディスク記憶装置に対する前記複数種類のデジタル音声信号の記録又は再生をリアルタイムで行う複数の記憶領域を有するバッファメモリ手段と、を含むことを特徴とする請求項1乃至9の何れか1項に記載の拍検出装置又はそれを用いた同期制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、演奏者による楽器演奏などに基づいて得られる楽音信号などの音声信号から拍（ビート）位置を抽出する装置、および抽出された拍位置に基づいてMIDI (Musical Instrument Digital Interface) シーケンサなどの楽器制御装置に対して同期制御を行う同期制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、発展著しいMIDIシーケンサなどの楽器制御装置と、アナログマルチトラックレコーダなどの録音再生装置（以下、「録再装置」と略す）との同期をとる場合に、録再装置の厳密な速度制御が不可能であることから、録再装置の記録媒体上の所定の音声トラックに同期信号を録音し、録再装置から再生される同期信号に基づいて楽器制御装置の同期制御を行う技術が

ある。

【0003】一方、近年、デジタルデータを記録するハードディスクなどのデジタル記録媒体を使用した録再装置として、デジタルマルチトラックレコーダ(以下、「DMTR」と略す)が注目されている。DMTRにおいては、演奏者の演奏により得られるアナログ音声信号は、発振器からのクロックに基づいて、一定のサンプリング間隔でデジタル音声信号に変換された後に、デジタル記録媒体上の連続するアドレスに順次記録されてゆく。従って、デジタル記録媒体上の各アドレスに記録されたデジタル音声信号は、発振器のクロックを基準とした録音開始時からの経過時間に正確に対応する。そこで、楽器制御装置をDMTRの発振器からのクロックに基づいて動作させることによって、楽器制御装置をDMTRに容易かつ正確に同期させることが可能となる。

【0004】例えば、DMTRが、内部の発振器からのクロックに基づいてMIDIクロックを生成し、それをMIDIメッセージとしてMIDIシーケンサに供給する。MIDIシーケンサは、このMIDIクロックに基づき電子楽器などの自動演奏制御を行う。演奏者は、その自動演奏に合せて自分の楽器を演奏する。そして、演奏者の演奏によって得られた音声信号がDMTRに録音されてゆく。再生時には、DMTRが、MIDIシーケンサに録音時と同じMIDIクロックを供給しながら、録音されていた音声信号を再生する。これにより、音声信号の再生とMIDIシーケンサによる楽器の自動演奏とが正確に同期する。

【0005】ここで、録再装置に既に録音されている音声信号を再生しながら、その再生動作にMIDIシーケンサによる楽器の自動演奏を同期させたいというような要望もある。このような場合には、MIDIシーケンサを、再生される音声信号のテンポに同期させる必要が生じる。ここで、音声信号のテンポは、その音声信号を生じさせた演奏者による楽器の演奏操作に依存して変化し得る。そこで、音声信号から拍位置を抽出し、その拍位置に基づいてMIDIクロックを生成する処理が必要となる。

【0006】音声信号から拍位置を抽出する処理の従来例としては、ユーザがマニュアル操作によって拍位置を入力する方式がある。この方式では、ユーザが予め、録再装置から音声信号を再生しながら、その音声信号のテンポに合わせて所定の入力キーをタッピングする。この動作により、入力キーがタッピングされた各時点で再生された音声信号の再生位置情報が、拍位置として順次メモリなどに記録されてゆく。そして、実際の同期再生時には、録再装置が、音声信号を再生しながら、拍位置が存在する再生位置から次の拍位置が存在する再生位置までの区間を所定等分して得られる各タイミングごとにMIDIクロックを生成する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述のような従来例においては、ユーザが音声信号を聴きながら、その先頭から最後まで間違いなくタッピングを行うために多大な注意力と忍耐力が要求され、曲によっては長時間の作業を強いられ、疲労度が大きく、かつ失敗の確立も高いため、実的な方式とはいえないという問題点を有している。

【0008】本発明の課題は、DMTRなどの同期機構つき録音再生装置から再生される音声信号から容易かつ正確に拍(ビート)位置を検出し、その拍位置に基づく楽器制御装置の正確な同期制御を可能とすることにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の態様は、音声記録再生手段から各再生タイミングの再生位置情報とともに再生される音声信号の各拍位置を検出する拍検出装置を前提とする。音声記録再生手段は、例えば複数種類のデジタル音声信号を同時に記録又は再生することが可能な複数種類の記憶領域を有するディスク記憶手段と、ディスク記憶装置に対する複数種類のデジタル音声信号の記録または再生をリアルタイムで行う複数の記憶領域を有するバッファメモリ手段とを含むデジタル・マルチ・トラック・レコーダ(DMTR)である。あるいは、再生位置情報を、例えばSMPTE(Society of Motion Picture and Television Engineers)などのタイムレコード信号として出力可能なアナログ・マルチ・トラック・レコーダ(AMTR)であってもよい。

【0010】本発明の第1の態様は、まず、ユーザに、音声信号における先頭拍位置を指定させる先頭拍位置指定手段を有する。同手段は、例えばDMTRに記録されているデジタル音声信号を読み出して表示装置に音声波形として表示し、ユーザに先頭拍位置をマウス等で指定させる手段である。

【0011】つぎに、音声記録再生手段に音声信号の所定区間を再生させながら、ユーザに各拍タイミングを指定させる拍タイミング指定手段を有する。同手段は、例えばユーザにタッピングを行わせるための入力キーである。

【0012】つづいて、ユーザにより指定された各拍タイミングから1拍の基準拍間隔を演算する基準拍間隔演算手段を有する。同手段は、例えば上述の所定区間の間隔をユーザによる入力キーのタッピング回数で除することによって基準拍間隔を演算する。

【0013】そして、音声記録手段に記録されている音声信号において、先頭拍位置を初期値として既に求まっている各拍位置から基準拍間隔だけ進んだ再生位置を中心とする所定範囲の検索区間で、音声信号の振幅に関係する値(例えば振幅値そのもの)が所定の閾値を超す再生位置を検出し、その検出された再生位置に基づいて次

の拍位置を順次検出する拍位置検出手段を有する。なお、検索区間は、各拍位置から基準拍間隔だけ進んだ再生位置を中心とする所定範囲ではなく、既に求まっている各拍位置からその拍位置の直前における平均拍間隔だけ進んだ再生位置を中心とする所定範囲としてもよい。この場合には、前述した基準拍間隔が初期値となる。ここで、拍位置検出手段は、例えば検索区間で検出された再生位置より所定のオフセット位置だけ手前の再生位置を次の拍位置として検出する。また、拍位置検出手段は、検索区間で音声信号の振幅に関する値が所定の閾値を超す再生位置を検出できない場合、例えば各拍位置から前述した基準拍間隔または平均拍間隔だけ進んだ再生位置に基づいて次の拍位置を検出する。

【0014】つぎに、本発明の第2の態様は、上述した本発明の第1の態様である拍検出装置により検出された各拍位置に基づいて、音声記録再生手段による音声信号の再生動作に楽器制御装置を同期させる同期制御装置を前提とする。

【0015】本発明の第2の態様は、まず、音声記録再生手段に音声信号を再生させながら、各拍位置からその拍位置の次の拍位置までの各区分で、その区分を所定等分した各タイミングに対応する各タイミング信号を生成するタイミング信号生成手段を有する。同手段は、例えば各区分のタイミング信号を、タイミング信号出力手段が各区分の1つ手前の区分に対応する各タイミング信号を出力している間に生成する。

【0016】そして、各タイミングごとにそれに対応する各タイミング信号を楽器制御装置に出力するタイミング信号出力手段を有する。同手段は、例えば各タイミング信号をMIDIクロックを表すMIDIメッセージとして出力する、また、同手段は、音声記録再生手段から再生される音声信号における先頭拍位置でMIDIメッセージとしてスタートメッセージを出力し、最終拍位置でMIDIメッセージとしてストップメッセージを出力する。

【0017】

【作用】本発明の第1の態様である拍検出装置では、音声記録再生に記録された音声信号の拍位置は、拍位置検出手段が、音声記録再生手段の複数の記憶領域に記録された同時に再生され得る複数種類の音声信号のうち例えばビート感の強いリズム系の楽器音の音声信号の振幅に関する値を判別することにより、自動的に検出する。

【0018】この場合、本発明の特徴として、既に求まっている拍位置からつぎの拍位置を検出する場合の検索区間は、拍タイミング指定手段が予めユーザに指定させた拍タイミングに基づいて基準拍間隔演算手段が演算した基準拍間隔を1つ前の拍位置に加算した再生位置を中心とする所定範囲のみに限定される。このように、ユーザが所定区間の間だけ予め基準となる拍タイミングを指定しておくことによって、その後の拍位置の自動検出処

理において誤った拍位置が検出されてしまう可能性を激減させることができる。

【0019】なお、検索区間を、常に最初の基準拍間隔に基づいて決定するのではなく、基準拍間隔を初期値として、それ以後、各拍位置ごとに求まる平均拍間隔に基づいて決定するようすれば、演奏の進行に伴うテンポの変化にも良く追従することができる。この平均拍間隔は、例えば各拍位置から数拍手前までの拍位置の間の間隔から求めることができる。

【0020】また、上記検索区間での検索動作が失敗した場合には、とりあえず検索区間の中心となった再生位置に基づいてつぎの拍位置を検出することにより、例えばいわゆる“ブレイク”によりドラムがショットされなかったりしてもその部分を補間することができる。

【0021】以上のような本発明の第1の態様である拍検出装置から検出される各拍位置に基づいて、本発明の第2の態様である同期制御装置は、音声記録再生手段に音声信号を再生させながら、各拍位置からその拍位置の次の拍位置までの各区分で、その区分を所定等分した各タイミングに対応する各タイミング信号を生成し、それを楽器制御装置にMIDIクロックなどとして出力することができる。

【0022】この結果、例えばDMTRでの音声の再生に同期したMIDIシーケンサによる自動演奏などが実現される。

【0023】

【実施例】以下、図面を参照しながら、本発明による2つの実施例について説明する。

DMTRの構成

図1は本発明による実施例の全体構成を示すブロック図である。

【0024】同図は全体が、DMTR (Digital Multi Track Recorder) の構成になっている。音声入出力装置8は、特には図示しないが、A/D変換器、D/A変換器、およびサンプリングクロックに同期した形で録音、再生をするための1サンプル分のラッチを有する。なお、各変換器とラッチは、後述するマルチトラックの構成に対応して、複数の演奏トラック分並列に設けられる。

【0025】生演奏に基づくアナログ音声信号は、音声入出力装置8に入力され、演奏パートごとに同装置8内のA/D変換器でデジタル音声信号に変換された後、バス10を介してRAMで構成されるバッファ9に一時的に書き込まれ、さらにハードディスク7に転送、記録される。また再生時には、ハードディスク7から読み出されたデジタル音声信号は、バッファ9に一時的に書き込まれた後、音声入出力装置8内のD/A変換器でアナログ音声信号に変換され、出力される。なお、以上の動作は、後述するマルチトラックの構成に対応して並列に行われる。

【0026】ハードディスク7に対するデータの入出力の制御は、ハードディスク・コントローラHDC6が行う。ハードディスク7とバッファ9との間のデータ転送制御は、DMAC (DirectMemory Access Controller) 5が行う。

【0027】CPU3は、上述のデータ転送の開始、終了制御等の全体的な制御を行う。また、CPU3は、上述のデータ転送時に、演奏トラック（後述する）の指定制御を行う。さらに、CPU3は、後述する拍（ビート）に関する時間情報の検出と、その時間情報に基づいてMIDIクロックの生成を行い、そのMIDIクロックを、MIDIインタフェース2を介して外部のMIDI機器1に、MIDIメッセージとして出力する。

【0028】キーボードおよび表示装置4は、後述するように、ユーザが、拍検出の基準となる第1拍の位置（ファースト・ビート・イント）やアタック・オフセットを決定する際に、入力波形を見ながら所定値を入力するために用いられる。

【0029】つぎに、本実施例の全体的な動作を説明する。

DMTRの全体動作

まず、録音動作について説明する。

【0030】外部から入力される生演奏に基づく複数の演奏パート等に対応する複数の演奏トラック（例えば3トラック）分の各アナログ音声信号は、各サンプリングタイミングごとに、それぞれ音声入出力装置8内の各演奏トラックに対応した複数のA/D変換器によって並列に1サンプル分のデジタル音声信号に変換され、同装置8内の各演奏トラックに対応した複数のラッチのそれぞれに保持される。

【0031】つづいて、音声入出力装置8からDMAC5に転送要求信号REQが出力されDMAC5から音声入出力装置8に転送許可信号ACKが返送された時点で、DMAC5の制御下で、音声入出力装置8内の各ラッチに保持されたそれぞれ1サンプルの複数の演奏トラック分のデジタル音声信号が、バス10を介してバッファ9に転送され、同バッファ9上の各演奏トラック別の記憶領域に書き込まれる。

【0032】このようにして、バッファ9に複数の演奏トラック分のデジタル音声信号が所定サンプル分（以下、「1ブロック」と呼ぶ）だけ書き込まれると、CPU3からHDC6にデータ転送命令が出される。そして、HDC6からDMAC5に転送要求信号REQが出力されDMAC5からHDC6に転送許可信号ACKが返送された時点で、DMAC5の制御下で、バッファ9に書き込まれている1ブロック分の各演奏トラックのデジタル音声信号が、バス10を介してHDC6に転送される。HDC6は、その転送されたデジタル音声信号をハードディスク7上の各演奏トラックの記憶領域に記録してゆく。

【0033】この場合、バッファ9からHDC6へのデータ転送は演奏トラック単位で行われる。すなわち、CPU3は、まず、第1番目の演奏トラックのデータ転送命令をHDC6に出力する。これにより、バッファ9に書き込まれている第1番目の演奏トラックの1ブロック分のデジタル音声信号が、HDC6を介して、ハードディスク7上の第1番目の演奏トラックの記憶領域に記録されてゆく。第1番目の演奏トラックの1ブロック分のデータ転送が終了すると、HDC6からCPU3に割り込み信号INTが出力される。これにより、CPU3は、第2番目の演奏トラックのデータ転送命令を出力する。このようにして、各演奏トラックのデジタル音声信号が、バッファ9からハードディスク7にブロック単位で順次転送される。

【0034】ここで、バッファ9からハードディスク7へのデータ転送途中で、音声入出力装置8からDMAC5に各サンプリングタイミングごとに転送要求信号REQが入力されると、DMAC5は、上記データ転送を中断して、音声入出力装置8に優先的に転送許可信号ACKを返送する。これにより、各サンプリングタイミングごとの音声入出力装置8からバッファ9へのデジタル音声信号の書き込み動作が優先される。そして、この書き込み動作が終了すると、DMAC5は、バッファ9からHDC6への中断していたデータ転送動作を再開する。

【0035】以上の動作において、バッファ9からHDC6を介してハードディスク7へ複数の演奏トラック分の1ブロック分のデジタル音声信号が転送される時間は、音声入出力装置8からバッファ9へ複数の演奏トラック分の1ブロック分のデジタル音声信号が書き込まれる時間（＝所定サンプリングタイミング時間）より短くて済む。これにより、外部から入力される生演奏に基づく複数の演奏パート等に対応する複数の演奏トラック分の各アナログ音声信号を、リアルタイムで大容量のハードディスク7に録音することが可能となる。

【0036】一方、ハードディスク7から複数の演奏トラック分のデジタル音声信号を読み出して、音声入出力装置8から各演奏トラックのアナログ音声信号として出力する再生動作時には、上述の録音動作時と逆の制御が行われる。

【0037】すなわち、まず、CPU3からHDC6に第1番目の演奏トラックのデータ転送命令が出される。そして、HDC6からDMAC5に転送要求信号REQが出力されDMAC5からHDC6に転送許可信号ACKが返送された時点で、DMAC5の制御下で、ハードディスク7上の第1番目の演奏トラックの記憶領域から、1ブロック分のデジタル音声信号が、HDC6およびバス10を介してバッファ9上の第1番目の演奏トラックの記憶領域に書き込まれる。第1番目の演奏トラックの1ブロック分のデータ転送が終了すると、HDC

6からCPU3に割り込み信号INTが出力される。これにより、CPU3は、第2番目の演奏トラックのデータ転送命令を出力する。このようにして、各演奏トラックについて順次同様の書き込み動作が行われる。

【0038】上述のハードディスク7からバッファ9へのデータ転送途中で、音声入出力装置8からDMAC5に各サンプリングタイミングごとに転送要求信号REQが入力されると、DMAC5は、上記データ転送を中断して、音声入出力装置8に優先的に転送許可信号ACKを返送する。これにより、各サンプリングタイミングごとに、DMAC5の制御下で、バッファ9の各演奏トラックに記憶されているデジタル音声信号のうちそれぞれ1サンプル分のデジタル音声信号が、バス10を介して音声入出力装置8内の各演奏トラックに対応した各ラッチに転送される。そして、各ラッチの内容が各演奏トラックに対応した各D/A変換器によりD/A変換され、各演奏トラックごとのアナログ音声信号として再生される。各演奏トラックの1サンプル分のデジタル音声信号の再生動作が終了すると、DMAC5は、ハードディスク7からバッファ9への中断していたデータ転送動作を再開する。

【0039】CPU3は、音声入出力装置8が各演奏トラックの1ブロック分のデジタル音声信号をD/A変換するごとに、再生すべき各演奏トラックの1ブロック分のデジタル音声信号のハードディスク7からバッファ9への転送を指示する。

【0040】以上の再生動作により、ハードディスク7に録音されている複数の演奏トラック分の各デジタル音声信号を、リアルタイムで再生して外部に出力することが可能となる。

【0041】ここで、本実施例の大きな特徴として、CPU3は、ビート（拍）成分の強い例えばドラムなどの楽音が録音された演奏パートのデジタル音声信号から、拍位置を検出する。そして、CPU3は、その検出された拍位置に基づいてMIDIクロックを生成し、そのMIDIクロックをMIDIメッセージとしてMIDIインタフェース2から外部のMIDI機器1に出力する。このMIDI機器1は、例えばMIDIシーケンサであり、上述のMIDIメッセージから抽出したMIDIクロックに同期して電子楽器等に自動演奏を行わせることにより、図1のDMTRによる音声信号の再生動作と電子楽器などとの同期演奏を実現することができる。

拍位置検出に関する基本原理

つぎに、上述のようにハードディスク7上の音声信号から拍位置を検出する動作の基本原則について説明する。

【0042】人間は、例えば通常のワルツやマーチを聴けば、前者からは3拍子を、後者からは4拍子を確実に聞き取ることができ、拍に合わせてタッピング（なにかを打ち鳴らしながら音を発すること）することは容易である。この場合、各タッピングの時刻が、拍位置とな

る。そして、この拍位置があれば、それに同期して楽器を演奏することが可能となる。さらに、この拍位置にMIDIクロックが同期していれば、例えばMIDIシーケンサがMIDIクロックに同期して電子楽器等に自動演奏を行わせることは容易である。

【0043】しかし、人間が、再生される音声信号の全ての部分についてタッピングすることは、「発明が解決しようとする課題」の項で説明したように、困難を伴う。一方、再生される音声信号から人間の助けなしに拍位置を検出することは非常に困難である。それは、以下のような理由による。すなわち、通常の曲では、拍の位置が必ずしも音量のピーク位置にあるとは限らず、また、ビート成分が顕著で拍の位置に音量のピークを伴う例えばドラム楽器などの特定の演奏パートに限っても、演奏中に“ブレイク”したり、あるいは拍に対応する音声以外の例えばリズム音などが音量のピークになったりする。その結果、例えば図3に示すように、音声信号の所定の振幅レベルをスレッシュホールド（これが後述するトリガー・スレッシュホールドTHである）として、それを超した位置またはその付近に拍が存在すると判別したとしても、そのような判別処理のみでは、拍検出に多数のエラーを生じてしまう。

【0044】そのため、本実施例では、以下に説明するようなユーザによるガイド・タッピングと、再生される音声信号の振幅判別処理に基づく拍位置の自動検出処理とを併せ用いることにより、正しい拍位置を検出する。

【0045】このガイド・タッピングとは、ユーザが、ハードディスク7を含む図1のDMTRから再生されたビート成分を顕著に含むバスドラムやスネアドラムなどの音声信号を聴きながら、その拍に合わせてキーボード4上の所定のキーを数回タッピングする操作である。

【0046】このようなガイド・タッピングに基づいて、1拍分（隣接の2拍間の時間）の平均時間が求められ、これが1拍分の基準の時間幅（ビート間隔）とされる。そして、この基準の時間幅をベースにして、CPU3が、ハードディスク7から読み出される1つの演奏トラックのデジタル音声信号波形を調べて、その拍のタイミングを自動的に検出する。

【0047】以下に、ガイド・タッピングの制御処理と自動拍検出処理の具体的な動作について順次説明する。なお、以下の各動作フローチャートの説明中で使用される各パラメータを表わす記号は、CPU3内の各レジスタの内容を示しているものとする。

ガイド・タッピング制御処理

図2は、上述したガイド・タッピングを行って1拍分のビート間隔を演算する処理の具体的な動作フローチャートである。この動作フローチャートは、CPU3が、ハードディスク7等に記憶された制御プログラムを特に示さないメモリに読み出して実行する動作として実現される。

【0048】まず、CPU3は、ユーザに、キーボード4によりハードディスク7上の演奏トラックからリズム系の音が入っている演奏トラックを選択させる(ステップS201)。

【0049】つぎに、CPU3は、ユーザに、音符長を指定させる(ステップS202)。音符長は、ガイド・タッピングを何分音符で行うかを示す値である。ユーザは、4分音符で行うなら4、8分音符で行うなら8というように、音符長を指定する。

【0050】つづいて、CPU3は、ユーザに、ファースト・ビート・ポイントを指定させる。すなわち、例えば音声信号を再生しながら、あるいはキーボードおよび表示装置4のディスプレイ上に音声波形を提示しながら、ユーザに適当なポイントをキーボードにより指定させる(ステップS203)。この場合、任意のポイントが指定されたら、そのポイントのデジタル音声信号が記憶されているハードディスク7上のアドレスに基づいて、時間、分、秒、フレームによる絶対時刻データが得られる。この絶対時刻データは、ハードディスク7上の各演奏トラックの先頭からの記録時間を示す。

【0051】つぎに、種々のパラメータが設定される。すなわち、ステップS201でユーザに選択させた演奏トラックの番号tr、ステップS202でユーザに指定させた音符長NL、ステップS203でユーザに指定させたファースト・ビート・ポイント(1拍目の位置)の絶対時間データFBP、トリガー・スレッシュホールドTH、アタック・オフセットAOF、ガイド・タッピング回数GTが、それぞれCPU3内の各レジスタに設定される(ステップS204)。トリガー・スレッシュホールドTHは、例えば図3に示されるように、後述する自動拍検出処理時に判定される音声信号の振幅の閾値である。ここで、後述する自動拍検出処理時に、例えば図3のような振幅エンベロープを有する音声波形の拍位置(ビート・ポイント、以下同じ)がトリガー・スレッシュホールドTHを超すポイントPに設定されたとすると、拍位置としてはタイミングが遅すぎるので、このポイントPより幾分か手前にビート・ポイントが設定されることが好ましい。このオフセット値がアタック・オフセットAOFである。また、音符長NLは、後述するMIDIクロック生成処理(図7参照)において使用される。

【0052】つぎに、CPU3は、ハードディスク7に録音された演奏トラック番号trで指定される音声信号の再生を開始する。ユーザは、この再生動作に合せて前述のガイド・タッピングを行う。これに対して、CPU3は、タッピングの開始から終了までの時間T_{Tt}を計時してゆき(ステップS205)、指定回数GTのガイド・タッピングが行われたら、上記再生動作を終了する(ステップS206)。

【0053】CPU3は、以上の処理で得られた経過時間T_{Tt}を(GT-1)で除することにより、1拍のビ

ート間隔BTを演算する(ステップS207)。ユーザが、ガイド・タッピングをやり直す指示をした場合には、CPU3は、ステップS204に戻って上述の処理を繰り返す(ステップS208)。

【0054】ガイド・タッピングをやり直さない場合には、以下の自動拍検出処理A・B・D(Auto Beat Detection)の処理が実行される(ステップS209)。

自動拍検出処理の第1の実施例

図4は、自動拍検出処理(A・B・D)の第1の実施例の動作フローチャートである。この動作フローチャートも、CPU3が、ハードディスク7等に記憶された制御プログラムを特には図示しないメモリに読み出して実行する動作として実現される。

【0055】まず、初期設定として、ハードディスク7の指定された番号trの演奏トラック上でアクセスされるデジタル音声信号のサンプル位置である参照ポイントRPの値が0に、また、ビート・ポイントの制御用の変数nの値が1に、エラー・フラグER(後述する)の値が0に設定される(ステップS401)。

【0056】また、参照開始ポイントRPSと参照終了ポイントRPEのそれぞれが、図4のステップS402の式で示されるように、ファースト・ビート・ポイントFBPに対して、マイナスまたはプラスの偏差値DRを考慮した1拍のビート間隔BTを加えた値に設定される(ステップS402)。ここで、参照開始ポイントRPSと参照終了ポイントRPEは、ファースト・ビート・ポイントFBPのつぎのビート・ポイントがハードディスク7上の番号trの演奏トラック上で検索される場合のアドレス範囲に対応する時間情報である。

【0057】つぎに、参照ポイントRPが参照開始ポイントRPSの位置に設定される(ステップS403)。つづいて、参照ポイントRPに対応するデジタル音声信号の波高値の絶対値L_{rp}がハードディスク7の対応するアドレスから読み出され、それがトリガー・スレッシュホールドTHより大きいかが判定される(ステップS404)。

【0058】もし、判定がNOならば、ステップS405に進み、そこで、参照ポイントRPが参照終了ポイントRPEを超しているか否かが判定される(ステップS405)。越えてなければ、参照ポイントRPの値が+1される(ステップS406)。

【0059】このようにして、ステップS404→S405→S406→S404のループ処理が繰り返される。通常は参照ポイントRPが参照終了ポイントRPEを超えるまでに、トリガー・スレッシュホールドTHを超す参照ポイントの波高値の絶対値L_{rp}が求まる。そのとき、ステップS404の判定がYESとなる。

【0060】この場合、トリガー・スレッシュホールドTHを超すポイントにビート・ポイントを設定すると、前述したようにタイミングが遅すぎるので、n番目(今

回は1番目)のビート・ポイント $B P_n$ は、現在の参照ポイント $R P$ に図2のステップS204で設定されたアタック・オフセット $A O F$ (マイナスの値)が加えられることにより、ビート・ポイントのタイミングが早められる(ステップS407)。

【0061】このようにして、 $n=1$ 、つまりファースト・ビート・ポイント $F B P$ につづくビート・ポイント $B P_1$ が得られ、エラー・フラグ $E R$ が値0にリセットされる(ステップS408)。エラー・フラグ $E R$ については後述する。

【0062】つぎに、2番目のビート・ポイント $B P_n = B P_2$ を検出するための処理が行われる。すなわち、参照開始ポイント $R P S$ と参照終了ポイント $R P E$ のそれぞれが、図4のステップS402と同様のステップS412の式で示されるように、今回検出されたビート・ポイント $B P_{n-1} = B P_1$ に対して、マイナスまたはプラスの偏差値 $D R$ を考慮した1拍のビート間隔 $B T$ を加えた値に設定される(ステップS412)。その後、 n に1が加えられる(ステップS413)。そして、ステップS403に戻って参照ポイント $R S$ が新たに求められた参照開始ポイント $R P S$ に設定された後、参照ポイント $R P$ の値がインクリメントされながら(ステップS406)、参照終了ポイント $R P E$ までの間で、波高値の絶対値 L_{rp} がトリガー・スレッシュホールド $T H$ を超す参照ポイント $R S$ が検索される(ステップS404~S406のループ処理)。 L_{rp} が $T H$ を超す参照ポイント $R S$ が検出されたら(ステップS404の判定が $Y E S$)、現在の参照ポイント $R P$ にアタック・オフセット $A O F$ (マイナスの値)が加えられた値としてビート・ポイント $B P_n$ が検出される(ステップS407)。

【0063】このようにして、ビート・ポイント $B P_n$ が順次検出される。以上の処理は、ステップS404で、所定のトリガー・スレッシュホールド $T H$ を超す参照ポイント $R P$ の波高値の絶対値 L_{rp} が検出された場合であるが、例えばいわゆる“ブレイク”によりドラムがショットされなかったなどの理由で、この L_{rp} が検出されない場合は、S404~S406の繰り返しにおいて、参照ポイント $R P$ が参照終了ポイント $R P E$ を超えてしまいステップS405の判定が $N O$ となる。このままでは、ビート・ポイントが検出されないため、つぎのようにしてビート・ポイントが定められる。

【0064】まず、エラー・フラグ $E R$ が+1される(ステップS409)。つぎに、 $n=1$ の場合は、ファースト・ビート・ポイント $F B P$ にビート間隔 $B T$ とアタック・オフセット $A O F$ を加えた値がビート・ポイント $B P_n$ として演算され、また、 n が1以外の場合は、現在のビート・ポイントの1つ手前のビート・ポイント $B P_{n-1}$ に、ビート間隔 $B T$ とアタック・オフセット $A O F$ を加えた値がビート・ポイント $B P_n$ として演算される(ステップS410)。

【0065】その後、現在のエラー・フラグ $E R$ は1であるので、ステップS411→S412→S403→S404と進み、ここで所定のトリガー・スレッシュホールド $T H$ を超す参照ポイント $R P$ の波高値の絶対値 L_{rp} が検出されれば、前述と同様な処理が行われて、エラー・フラグ $E R$ は値0にされる。しかし、もし、そのような参照ポイントの波高値の絶対値 L_{rp} が検出されず、ステップS409での処理でエラー・フラグ $E R$ の値が順次増加され、その値が4を超すと(ステップS411)、ユーザに何等かのエラー表示を行うなどした後、自動拍検出を中止して処理を強制終了する。この場合には、ユーザは、例えば自動拍検出を行うべき演奏トラックを変更等して対処することになる。

【0066】以上の一連の処理を行うことにより、各ビート・ポイント $B P_n$ (絶対時間情報)が、ハードディスク7から再生されるべきデジタル音声信号の拍位置として得られ、ハードディスク6またはバス10に接続される特には図示しない $R A M$ 等へ書き込まれる。

自動拍検出処理の第2の実施例

図5は、図4の第1の実施例に代わる自動拍検出処理(A. B. D.)の第2の実施例の動作フローチャートである。この動作フローチャートも、第1の実施例と同様、CPU3が、ハードディスク7等に記憶された制御プログラムを特には図示しないメモリに読み出して実行する動作として実現される。

【0067】図4の第1実施例では、ガイド・タッピングを行って得られた1拍の平均ビート間隔 $B T$ によって順次、ビート・ポイント $B P_n$ が検出された。ここで、実際の演奏において、演奏者の気分や“ノリ”などにより、演奏中にテンポが変化するのが普通で、当然その場合は拍のカウント・スピードは変化する。このように演奏途中でスピードが変化する音声信号が録音された演奏トラックが自動拍検出処理に使用された場合に、次に検出されるべきビート・ポイントが、{(今回検出されたビート・ポイント $B P_n$) + (ガイド・タッピング時の平均的なビート間隔 $B T$) ± (偏差値 $D R$)}で定まる参照範囲からはずれてくるのが起り得る。

【0068】これは、演奏途中でテンポが変化し、ビート・ポイント間のビート間隔が変化しているにもかかわらず、常に同じビート間隔 $B T$ が使用されて次の参照範囲が決定されるためである。

【0069】そこで、第2の実施例では、次のビート・ポイントを検索するための参照範囲を決定する場合に使用されるビート間隔として、最近求めた数個(実施例では3つ)のビート間隔の平均値が使用される。これにより、演奏テンポの変化に良く追従する自動拍検出処理が可能となる。この場合、演奏テンポが少しずつ変化することによる影響は、偏差 $D R$ によって吸収される。

【0070】以下、図5の動作フローチャートを用いて、自動拍検出処理(A. B. D.)の第2の実施例の

動作を説明する。図5において、図4と同じ番号が付されたステップについては、図4の第1の実施例の場合と全く同じ動作をするので、その説明は省略する。

【0071】第2の実施例においては、時間制御変数 n の値が4以上（ステップS501の判定がYES）なら、まず、ステップS502において、過去3拍分の時間から1拍の平均ビート間隔 A が計算される。そして、ステップS503において、参照開始ポイント RPS と参照終了ポイント RPE のそれぞれが、今回検出されたビート・ポイント $B P_n$ に対して、マイナスまたはプラスの偏差値 DR を考慮した上記1拍のビート間隔 A を加えた値に設定される。

【0072】一方、時間制御変数 n の値が4未満（ステップS501の判定がNO）なら、ステップS504において、参照開始ポイント RPS と参照終了ポイント RPE のそれぞれが、今回検出されたビート・ポイント $B P_n$ に対して、マイナスまたはプラスの偏差値 DR を考慮したガイド・タッピング時の1拍のビート間隔 BT を加えた値に設定される。

【0073】また、図4のステップS410の処理に対応するステップS505の処理においては、時間制御変数 n の値が1なら、ファースト・ビート・ポイント $F B P$ にガイド・タッピング時の1拍のビート間隔 BT とアタック・オフセット AOF を加えた値がビート・ポイント $B P_n$ として演算される。 $1 < n < 4$ なら、現在のビート・ポイントの1つ手前のビート・ポイント $B P_{n-1}$ に、ガイド・タッピング時の1拍のビート間隔 BT とアタック・オフセット AOF を加えた値がビート・ポイント $B P_n$ として演算される。そして、 $n \geq 4$ なら、現在のビート・ポイントの1つ手前のビート・ポイント $B P_{n-1}$ に、前回のステップS502で過去3拍分の時間から求めた1拍の平均ビート間隔 A とアタック・オフセット AOF を加えた値がビート・ポイント $B P_n$ として演算される。

【0074】なお、ステップS503とS505では、過去3拍分のビート間隔の平均が使用されたが、その代わりに、1拍前のビート間隔が使用されるようにしてもよい。

MIDIクロックの生成処理の概略動作

以上の図4または図5の自動拍検出処理（A. B. D.）は非リアルタイム処理であるが、この処理によって生成された隣接する各ビート・ポイント間の時間差が各1拍分の時間になる。以下のMIDIクロックの生成処理では、4分音符に相当する音符長あたり24個のMIDIクロックが生成される。そして、このMIDIクロックがMIDIメッセージとしてMIDIインタフェース2から外部のMIDI機器1に出力される。MIDI機器1である例えばMIDIシーケンサは、上記MIDIメッセージから抽出したMIDIクロックに同期して電子楽器等に自動演奏を行わせることにより、図1のDMTRによる音声信号の再生動作と電子楽器などとの同期演奏を実現することができる。

【0075】図6は、自動拍検出処理（A. B. D.）で生成された各ビート・ポイント $B P_n$ とMIDIクロックとの関係を説明するための図である。同図は、前述した図2のガイド・タッピング制御処理のステップS202において、ユーザが音符長 NL として4分音符の音符長に相当する値4を指定した場合の例である。

【0076】MIDI規格に基づいて、MIDIクロックが送出される場合に、MIDIクロックによる同期が開始される時点、すなわち図6のファースト・ビート・ポイント $F B P$ の時点で、ステータスバイトが FA （16進表現）であるスタートメッセージが送出される。つまり、1拍ごとにステータスバイトが $F8$ である24個のタイミング・クロックが送出される。また、MIDIクロックによる同期が終了される時点、すなわち図6の最後のビート・ポイントであるラスト・ビート・ポイント $L B P$ で、ステータスバイトが FC であるエンドメッセージが送出される。

【0077】MIDI機器1である例えばMIDIシーケンサは、上述のスタートメッセージを受信した時点で自動演奏制御を開始し、以後、MIDIクロックを受信するごとに、そのデータに基づいてシーケンサ内でタイミングクロックを生成し、そのタイミングクロックに基づいて自動演奏制御を行う。そして、MIDIシーケンサは、エンドメッセージを受信した時点で自動演奏制御を停止する。

【0078】実際のMIDIクロックの生成処理においては、スタートメッセージが出力される前に、図6のように、MIDIクロックがある時間分（本実施例では1拍分）出力される。これは、MIDIシーケンサ等のMIDI機器1がMIDIクロックの間隔を事前に認識可能とすることにより、スタートメッセージを受信した直後からすぐに同期制御を開始できるようにするためである。

MIDIクロックの生成処理の具体的動作

つぎに、図7の動作フローチャートを用いてMIDIクロック等のMIDIメッセージを外部のMIDI機器に送出する際の具体的動作について説明する。この動作フローチャートは、CPU3が、ハードディスク7等に記憶された制御プログラムを特には図示しないメモリに読み出して実行する動作として実現される。なお、以下の動作フローチャートの説明中で使用される各パラメータを表わす記号は、CPU3内の各レジスタの内容を示しているものとする。

【0079】ここで、図7の動作フローチャートは、図1のDMTRにおいて、ハードディスク7に録音され前述した自動拍検出処理が予め実行された演奏トラックを含む複数の演奏トラック上の各ディジタル音声信号に対する再生動作と同期して実行される。

【0080】まず、ビート間隔ごとに送出されるMIDIクロックの数 CN が演算される（S701）。前述したよ

うに、MIDIクロックは、4分音符に相当する音符長あたり24個が送出される。従って、ガイド・タッピング時の1拍の音符長NL（図2のステップS202とS204参照）あたりでは、図7のステップS701の式で示される数CNのMIDIクロックが送出されることになる。

【0081】つぎに、上述したように、ファースト・ビート・ポイントFBPより1拍手前からMIDIクロックの出力を開始させるために、図7のステップS702の第1式で示されるように、FBPの1拍手前のビート・ポイントであるカウント・ビート・ポイントCBP（Count BeatPoint）が、FBPより、FBPからBP1までの時間と同じ時間だけ手前の時間として演算される（図6参照）。そして、得られたCBPを用いて、図7のステップS702の第2式で示されるように、CBPからFBPまでの間の時間がCN等分され、それがMIDIクロックのクロック間隔Cclkとされる（ステップS702）。

【0082】つぎに、カウント・ビート・ポイントCBPを先頭位置として、クロック間隔Cclkで、ステータスバイトがF8であるCNクロック分（例えば4分音符なら24クロック分）のMIDIクロックが送出開始される（ステップS703）。この開始時点において、ハードディスク7からは、各演奏トラック上のカウント・ビート・ポイントCBPに対応するアドレスからのデジタル音声信号の再生が開始されている。

【0083】そして、上述のCN個のMIDIクロックが送出されるファースト・ビート・ポイントFBPまでの間に、つぎの1拍分の時間（BP1-FBP）におけるクロック間隔CLK1が、（BP1-FBP）をCN等分した値として計算される（ステップS704）。

【0084】つづいて、ファースト・ビート・ポイントFBPのタイミングで、ステータスバイトがFAであるスタートメッセージが送出され、その後、クロック間隔CLK1で、CN個のMIDIクロックが送出開始される（ステップS705）。この各MIDIクロックの送出時点において、ハードディスク7からは、各演奏トラック上の上記MIDIクロックの送出タイミングに対応するアドレスのデジタル音声信号が再生されている。

【0085】FBPの時点でスタートメッセージが送出された後は、時間制御用の変数nがn=2とされ（ステップS706）、ビート・ポイントBP2以降のMIDIクロックを生成し送出するためのステップS707～S710の繰り返し処理が行われる。

【0086】この場合、ステップS709で現在のビートポイントBPnの直後からクロック間隔CLKnでMIDIクロックの送出が開始され、つぎのビート・ポイントまでの間にCNクロック分のMIDIが送出される間に、ステップS710で変数nの値が+1され、つづくステップS708でつぎのクロック間隔CLKnが計算される。これと同時に、ハードディスク7からは、各演奏トラック上の各M

IIDIクロックの送出タイミングに対応するアドレスのデジタル音声信号が再生されている。

【0087】そして、ステップS707において、つぎのビート・ポイントBPnが、ラスト・ビート・ポイントLBPであると判別され場合、ステップS711においてBPn-1～LBP間のクロック間隔CLKnが計算され、ステップS712においてクロック間隔CLKnでCN-1個のMIDIクロックが送出される。そして、CN-1個のクロックが送出された後、クロック間隔CLKnをおいたラスト・ビート・ポイントLBPのタイミングで、ステータスバイトがFCであるストップメッセージが送出され（同じくステップS712）、MIDIクロックの生成処理を終了する。この時点で、ハードディスク7からのデジタル音声信号の再生も終了する。

【0088】以上説明した実施例では、DMTRを前提として拍位置をハードディスク上のアドレス値として検出したが、本発明はこれに限られるものではなく、例えばSMPTEなどのタイムレコード信号を出力可能なアナログ・マルチ・トラック・レコーダに適用することも可能である。この場合、拍位置は、SMPTE信号のデータ値として検出される。また、記憶媒体としてもハードディスクに限らず、磁気テープ、光ディスク、光磁気ディスク等、種々のメディアが使用できる。

【0089】

【発明の効果】本発明の拍検出装置によれば、ユーザが所定区間の間だけ予め基準となる拍タイミングを指定しておき、この拍タイミングから求まる基準拍間隔に基づいて検索区間を限定しながら各拍位置の自動検出を行うことにより、拍位置の自動検出処理における拍位置の誤検出の可能性を激減させることが可能となる。

【0090】しかも、上記演奏者の音楽表現に応じて変化するテンポに応じた拍を検出することが可能なため、メトロノームのように固定された拍ではなく、より人間的で音楽性豊かな拍に基づいて、上記同期演奏を行うことも可能である。

【0091】この場合、ユーザは、短い所定区間だけ拍タイミングを指定すればよいので、ユーザにかかる負担はわずかである。また、検索区間を、常に最初の基準拍間隔に基づいて決定するのではなく、基準拍間隔を初期値として、それ以後、各拍位置ごとに求まる平均拍間隔に基づいて決定するようすれば、演奏の進行に伴うテンポの変化にも良く追従した拍位置の自動検出が可能となる。

【0092】さらに、検索区間での検索動作が失敗した場合には、とりあえず検索区間の中心となった再生位置に基づいてつぎの拍位置を検出することにより、例えばいわゆる“ブレイク”によりドラムがショットされなかったりしてもその部分を補間することが可能となる。

【0093】以上のような本発明の拍検出装置から検出される各拍位置に基づいて、本発明の同期制御装置が、

音声記録再生手段に音声信号を再生させながら、その再生動作に同期してタイミング信号を生成し、それを楽器制御装置にMIDIクロックなどとして出力することによって、音声記録再生手段と楽器制御装置との同期動作が実現される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の全体構成図である。

【図2】ガイド・タッピング制御処理の動作フローチャートである。

【図3】音声信号の振幅エンベロープの例を示す図である。

【図4】自動拍検出処理(A. B. D.)の第1の実施例の動作フローチャートである。

【図5】自動拍検出処理(A. B. D.)の第2の実施例の動作フローチャートである。

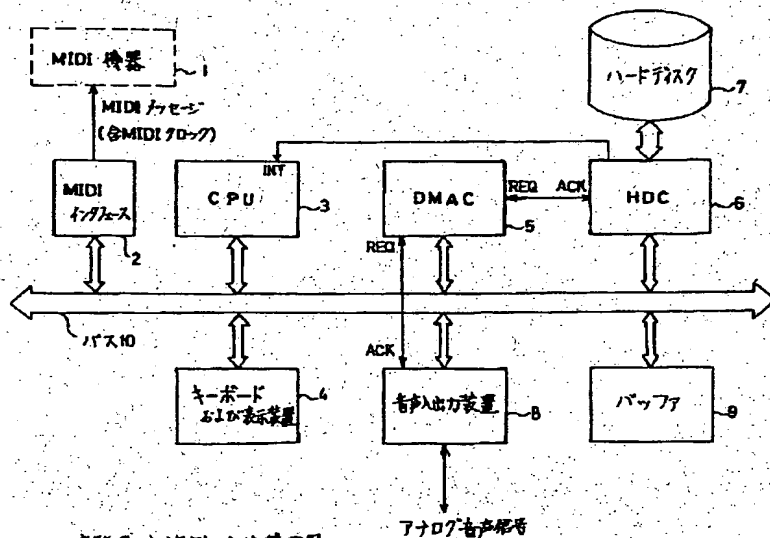
【図6】ビート・ポイントとMIDIクロックの関係図である。

【図7】MIDIクロックの生成処理の動作フローチャートである。

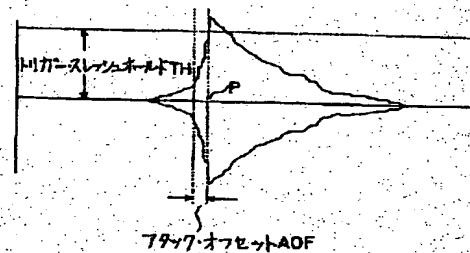
【符号の説明】

- 1 MIDI機器
- 2 MIDIインタフェース
- 3 CPU
- 4 キーボードおよび表示装置
- 5 DMAC
- 6 ハードディスク
- 7 HDC
- 8 音声入出力装置
- 9 バッファ
- 10 バス

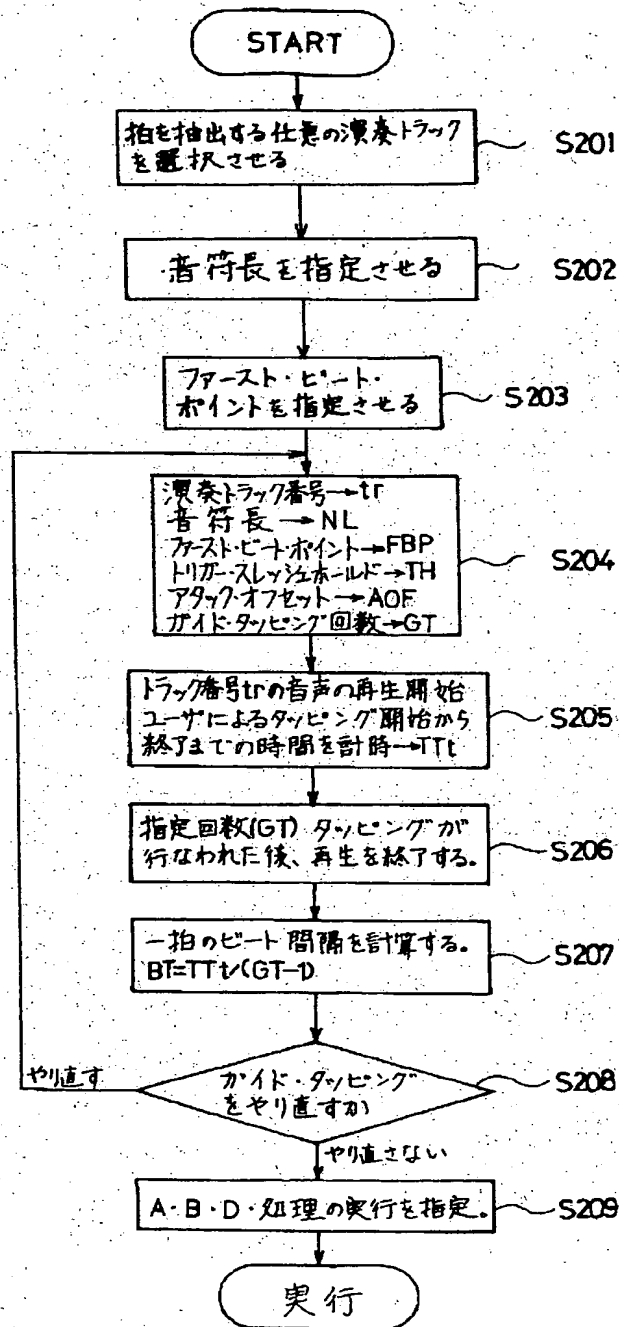
【図1】



【図3】

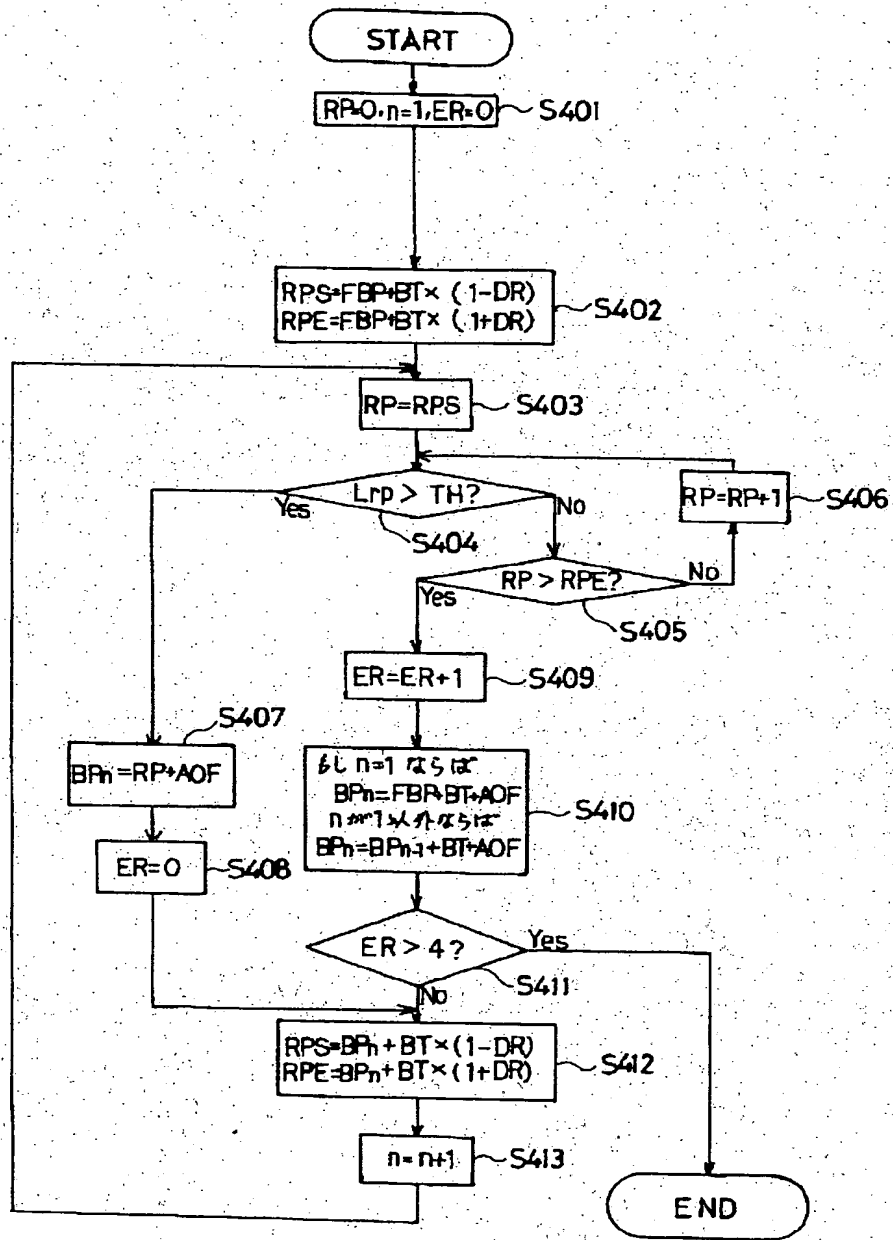


【図2】



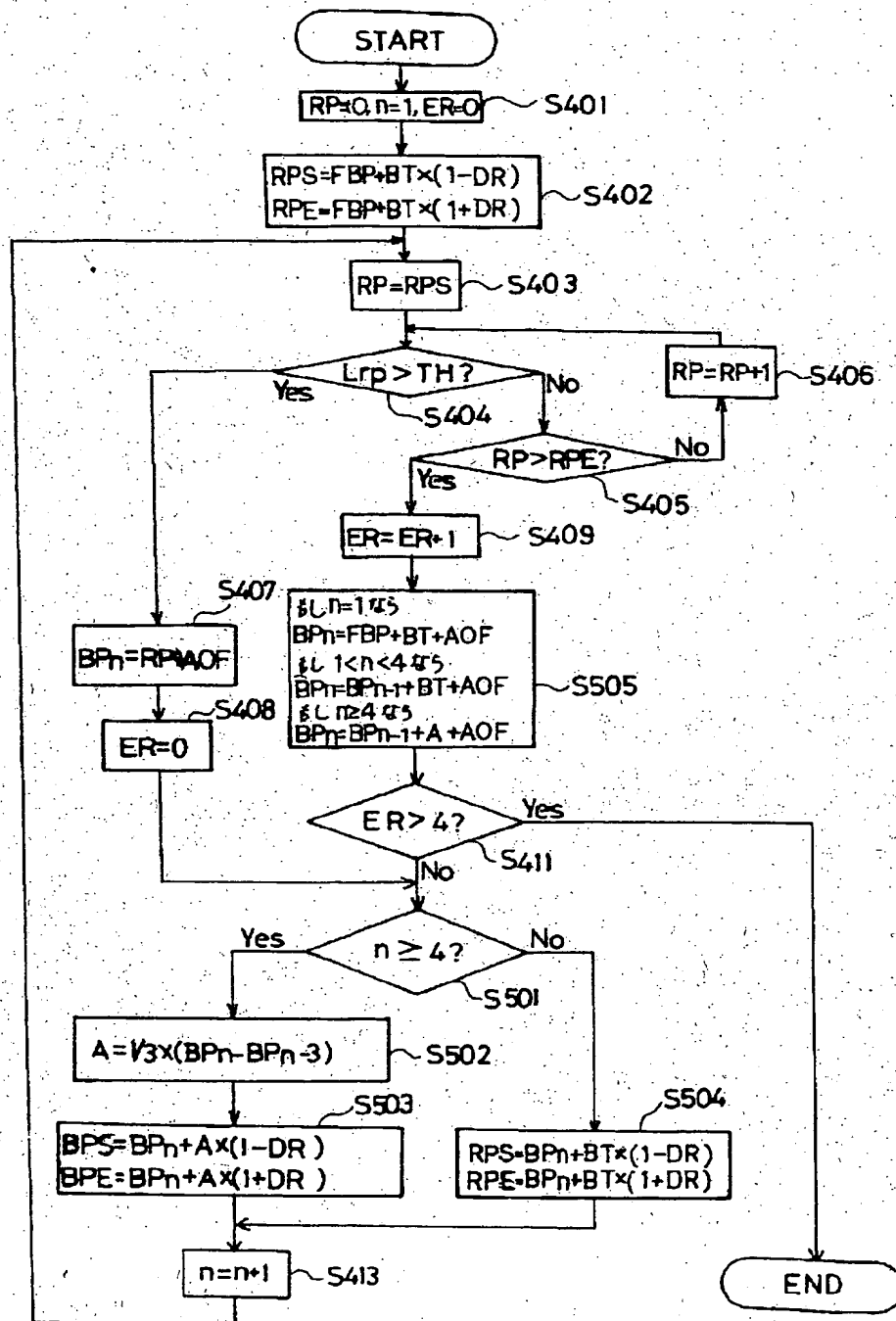
ガイド・タッピング制御処理の動作フローチャート

【図4】



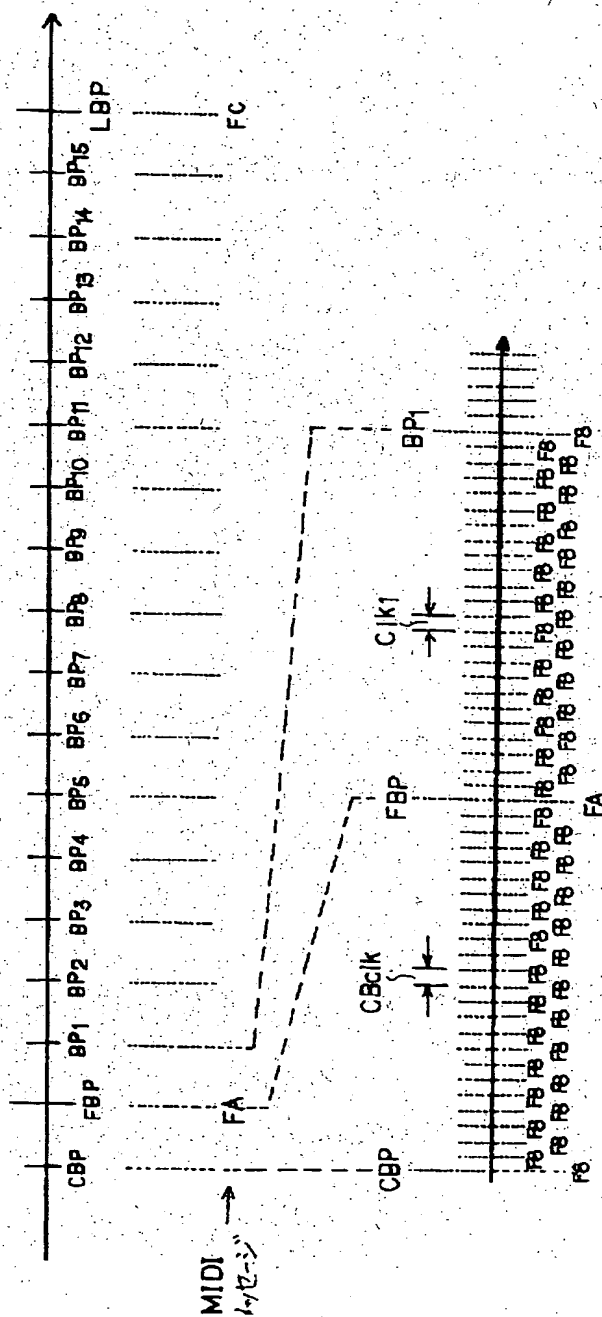
自動拍検出処理(A.B.D.)の第1の実施例の動作フローチャート

【図5】



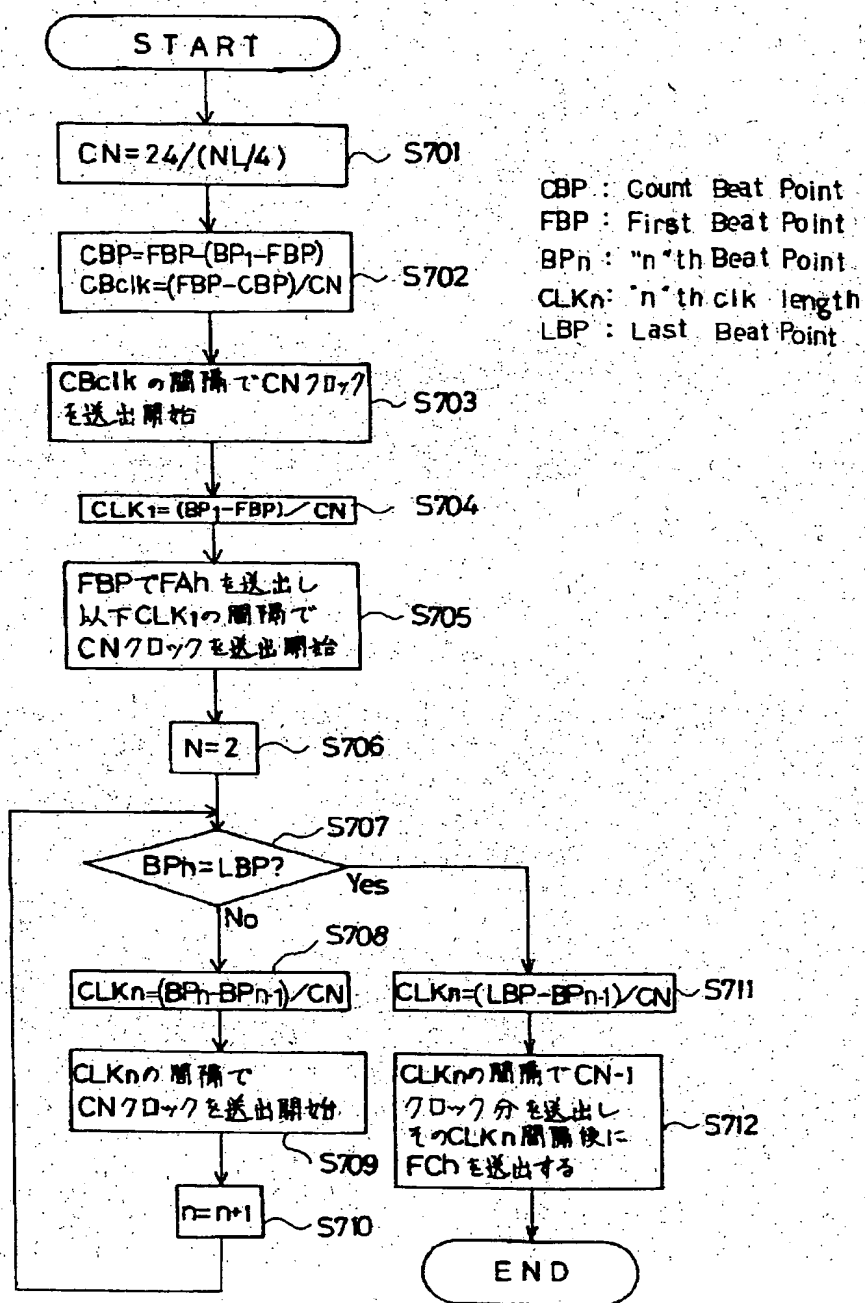
自動拍検出処理(A.B.D.)の第2の実施例の動作フローチャート

【図6】



ビットポイントとMIDIクロックの関係図

【図7】



MIDI クロックの生成処理の動作フローチャート

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.